

Вінницький національний технічний університет

Дипломний проект

Модернізація автоматизованого електропривода головного руху багатоопераційного верстата

Розробив: Кулик О.Ю.

Вінниця – 2017 р.

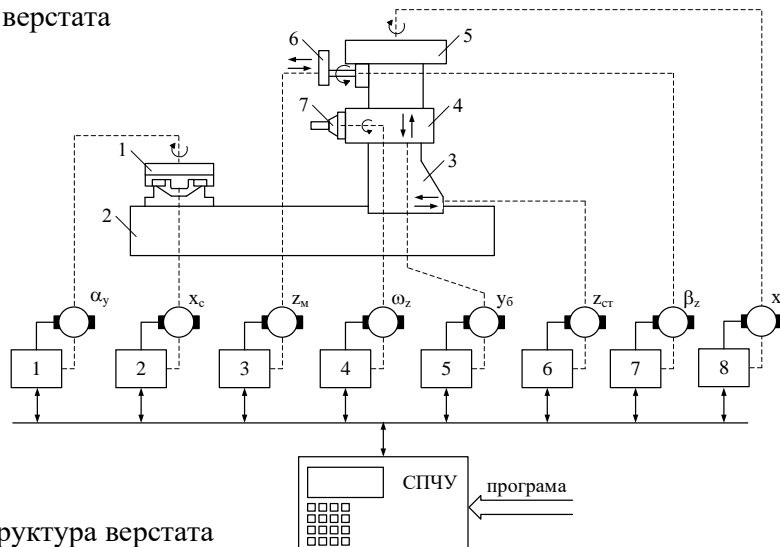
Зовнішній вигляд, структурна схема та технічні характеристики багатоопераційного верстата IP-320



Зовнішній вигляд верстата

Технічні характеристики верстата

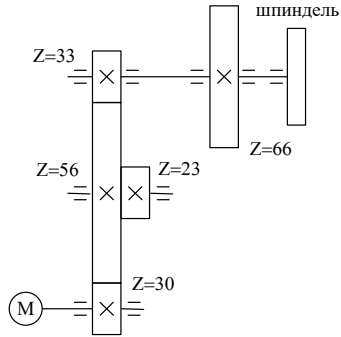
Назва параметра	Дані
Розміри робочої поверхні стола, мм	320×320
Найбільша маса заготовки, що обробляється, кг	700
Частота обертання поворотного столу, хв ⁻¹	6
Кількість позицій повороту столу	120
Точність автоматичної установки повороту столу	±3
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	21,2...3 000
Потужність електродвигуна приводу обертання шпинделя, кВт	7,5...22
Величина переміщення столу (поперечна), мм	800
Величина переміщення бабки (вертикальна), мм	500
Час зміни столів-супутників, с	45
Кількість столів-супутників в накопичувачі, шт.	2
Найбільший момент на шпинделі, Нм	200



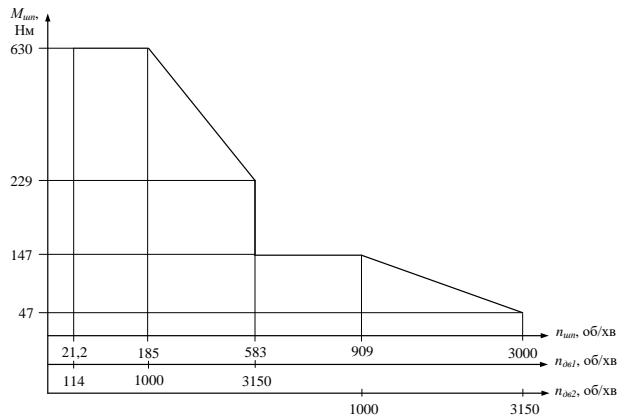
Структура верстата

- 1 – поворотний стіл
- 2 – станина
- 3 – стійка
- 4 – шпиндельна бабка
- 5 – інструментальний магазин
- 6 – маніпулятор
- 7 – шпиндель

Кінематична схема приводу та діаграма навантаження



Кінематична схема приводу головного руху



Діаграма навантаження шпиндельного пристрою

Результати розрахунків режимів різання для матеріалів, які найбільш часто оброблюються

Матеріал	Режим різання		
	Розточка	Фрезерування	Свердління
Сталь	n=557 об/хв	n=194 об/хв	n=119 об/хв
	M=88 Н·м	M=630 Н·м	M=359 Н·м
	P=5,1 кВт	P=13,1 кВт	P=4,5 кВт
Чавун	n=557 об/хв	n=194 об/хв	n=159 об/хв
	M=146 Н·м	M=547 Н·м	M=355 Н·м
	P=3,8 кВт	P=11,4 кВт	P=5,9 кВт
Алюмінієві сплави	n=2230 об/хв	n=796 об/хв	n=477 об/хв
	M=22 Н·м	M=118 Н·м	M=210 Н·м
	P=5,2 кВт	P=9,8 кВт	P=10,3 кВт

Результати розрахунків режимів різання для заданого циклу

Вид операції	Результати розрахунків режимів різання		
	n, об/хв	M, Н·м	P, кВт
Сталь			
Чорнове фрезерування	194	630	13,1
Чистове фрезерування	571	175,6	10,5
Розточування отвору чорнове	557	88	5,1
Розточування отвору чистове	1680	21,4	3,8
Свердління отворів	119	359	4,5
Чавун			
Чорнове фрезерування	194	547	11,4
Чистове фрезерування	299	176	5,5
Розточування отвору чорнове	557	146	3,8
Розточування отвору чистове	1178	14,6	1,8
Свердління отворів	159	355	5,9

Розрахункові значення машинного часу

Матеріал заготовки	Операція	Машинний час t_m , хв
Сталь	чорнове фрезерування	2,5
	чистове фрезерування	1,22
	розточування отвору чорнове	0,2
	розточування отвору чистове	0,72
	свердління отворів	1,12
Чавун	чорнове фрезерування	1,72
	чистове фрезерування	1,39
	розточування отвору чорнове	0,28
	розточування отвору чистове	0,51
	свердління отворів	0,46

Розрахункові значення для побудови навантажувальної і швидкісної діаграм механізму

Вид обробки	ω' , рад/с	M_c' , Нм	j	$M_{c,s}'$, Нм	$\Sigma M_c'$, Нм
Сталь					
чорнове фрезерування	109	122	5,36	3	125
чистове фрезерування	320	34	5,36	3	37
чорнова розточка	64	83	1,1	15	98
чистова розточка	193	20	1,1	15	35
свердління	67	69	5,36	3	72
Чавун					
чорнове фрезерування	109	106	5,36	3	109
чистове фрезерування	34	165	1,1	15	180
чорнова розточка	64	138	1,1	15	153
чистова розточка	136	14	1,1	15	29
свердління	89	67	5,36	3	70

Результати розрахунків:

$P = 17,74$ кВт

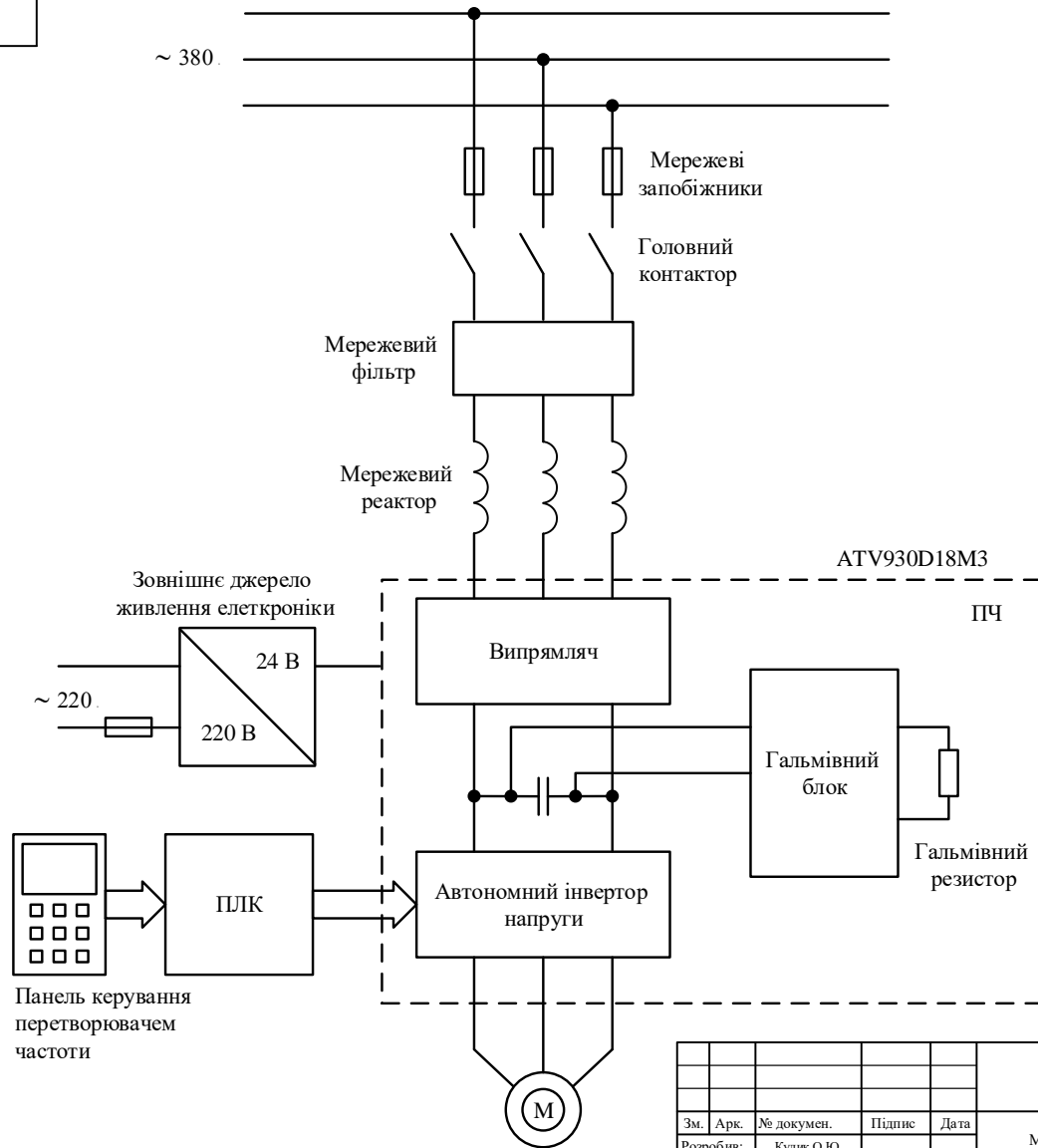
при $n = 1000$ об/хв $M = 117,5$ Нм
 при $n = 3150$ об/хв $M = 42,7$ Нм

Прийнято:

$P = 18,5$ кВт

Техніко-економічне порівняння варіантів систем електроприводів

Показники	Тип системи			
	ТРН-АД	ПЧ-АД	ТП-Д	ПЧ-СД
Потужність двигуна P_n , кВт	18,5			
Вартість двигуна (Д), грн.	34830	34830	41870	43690
Вартість системи керування (СК), грн.	51410	61790	53840	64820
Капіталовкладення $K=Д+СК$, грн	86240	96620	95710	108510
E_a	0,1			
Амортизаційні відрахування $C_a = E_a \cdot K$, грн.	8624	9662	9571	10851
E_o	0,015			
Коефіцієнт обслуговування і ремонту k_o	0,87	0,18	0,79	0,19
Витрати на обслуговування і ремонт $C_o = k_o E_o K$, грн.	1125	261	1134	309
Вартість електроенергії m_o , грн/кВт год	2,02			
Коефіцієнт завантаження k_3	0,68			
Річний час роботи T_p , год	4160			
ККД η_d , %	0,92			
Втрати потужності $\Delta P = k_3 \cdot P_n \cdot (1 - \eta_d) / \eta_d$, кВт	1,09	1,09	1,09	1,09
Коефіцієнт, що враховує втрати k_p	0,91	0,10	0,92	0,20
Кількість втраченої електроенергії за рік $\Delta W = \Delta P \cdot T_p \cdot k_o$, кВт	4141	455	4187	910
Витрати на електроенергію $C_{\Delta W} = m_o \cdot \Delta W$, грн	8365	919	8457	1838
Собівартість $C = C_a + C_o + C_{\Delta W}$, грн.	18114	10842	19162	12999
Нормативний коефіцієнт економічної ефективності E_n	0,12			
Зведені витрати $Z = E_n \cdot K + C$, грн.	28 463	22 437	30 647	26 020



Підпис та дата

На зам. інв.

На зам. інв.

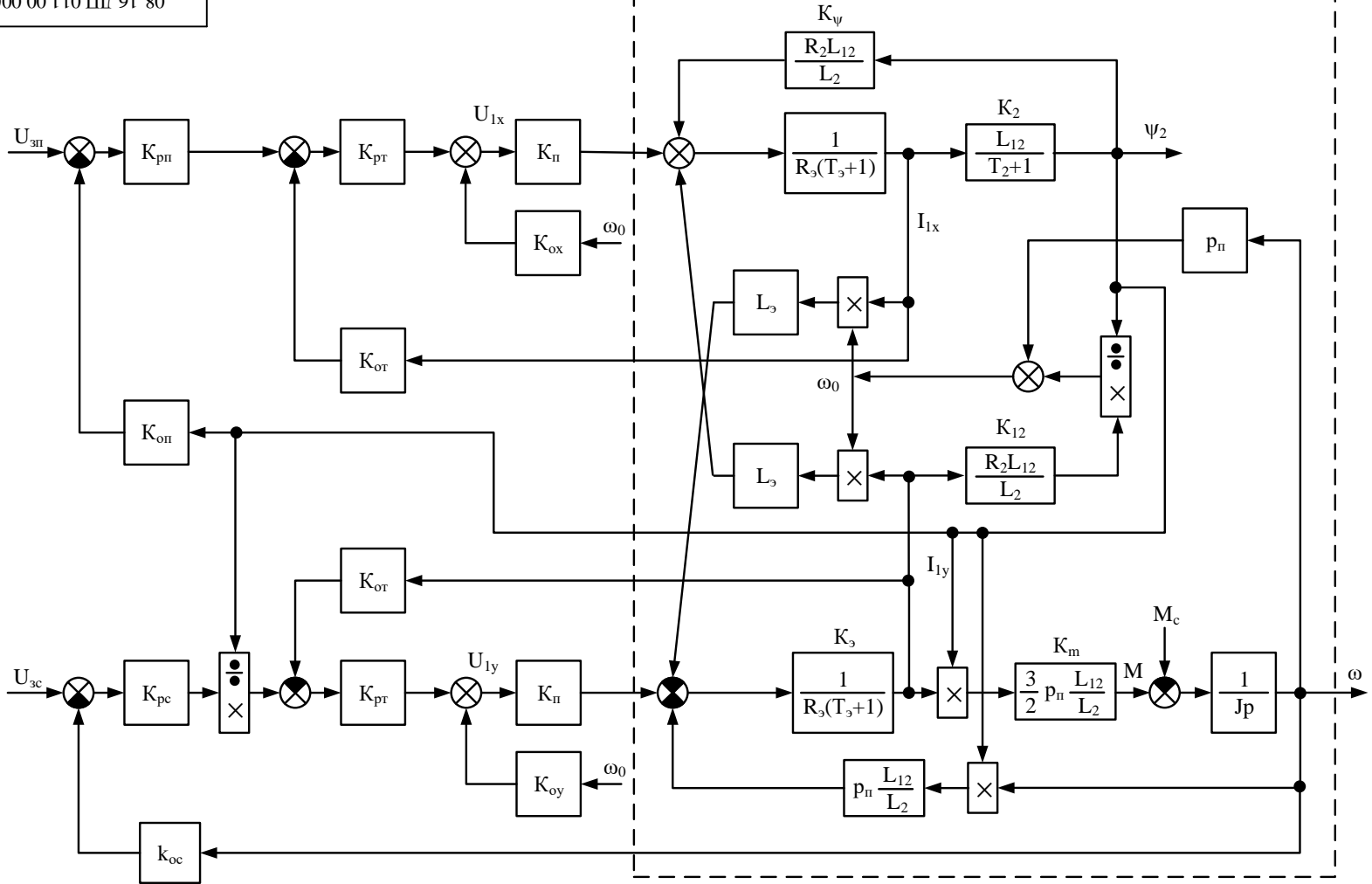
Підпис та дата

Інв. №

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата
Розробив:		Кулик О.Ю.		
Перевірив		Розьдовок М.П.		
Т. контр.				
Норм.кон.				
Зат верд.		Кутін В.М.		

Модернізація автоматизованого електропривода головного руху багатоопераційного верстата.
Функціональна схема електроприводу

Літ.	Маса	Масштаб
у		
Аркуш 1	Аркушів 1	



Підпис та дата

На зам. інв.

На зам. інв.

Підпис та дата

Інв. №

Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата
Розробив:		Кулик О.Ю.		
Перевірив:		Розводок М.П.		
Т. контр.				
Норм.кон.				
Затверд.		Кугін В.М.		

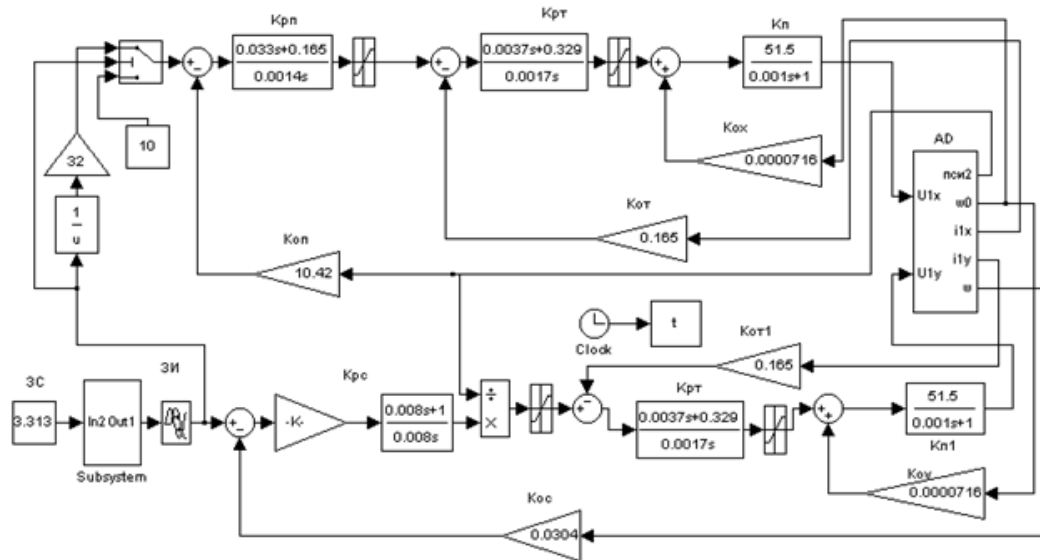
08-16.ДП.011.00.000 Е1

Модернізація автоматизованого електропривода головного руху багатоопераційного верстата.
Структурна схема автоматизованого електропривода

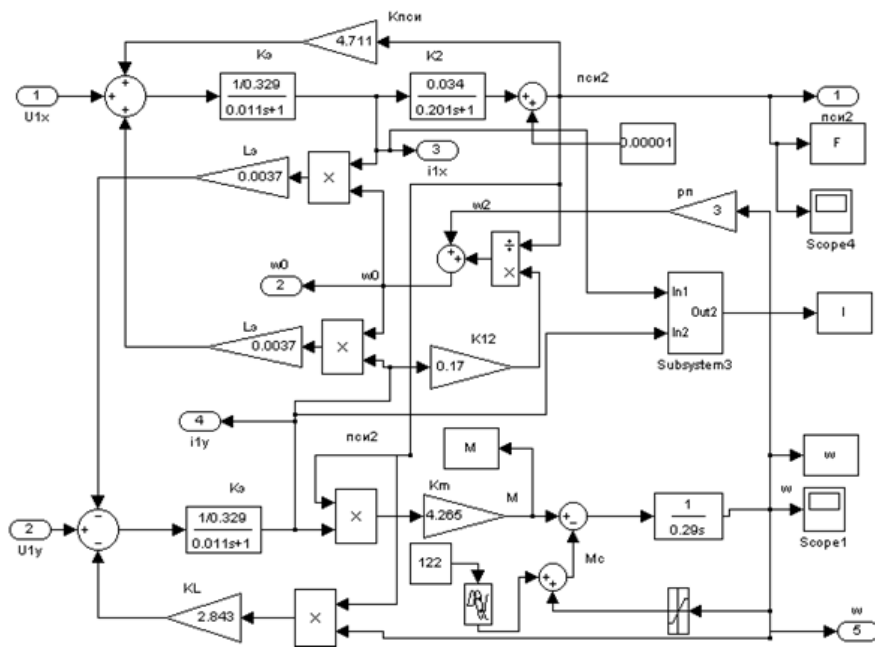
Літ.	Маса	Масштаб
y		
Аркуш 1	Аркушів 1	

ВНТУ, гр. ЕПА-16сп з.н.

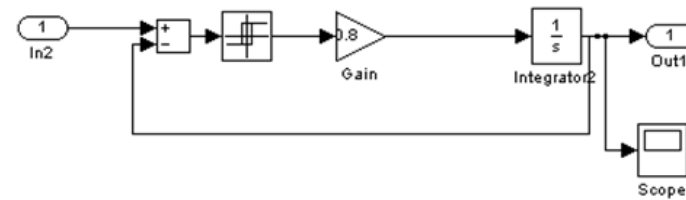
Структурна схема електропривода в Matlab (Simulink)



Структурна схема електропривода



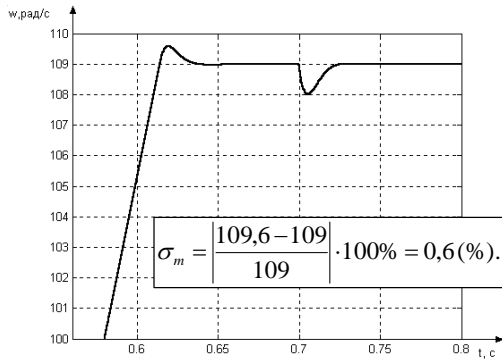
Структурна схема асинхронного двигуна



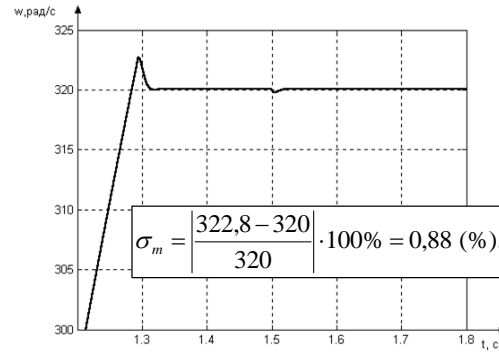
Структурна схема задавача інтенсивності

Результати моделювання

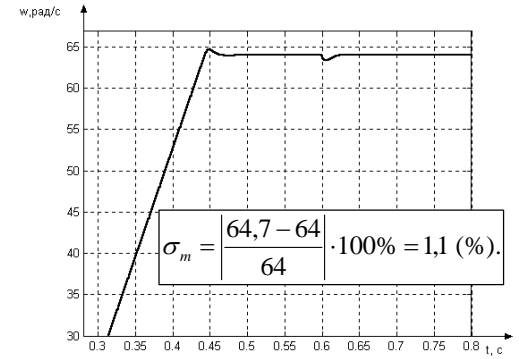
Чорнове фрезерування



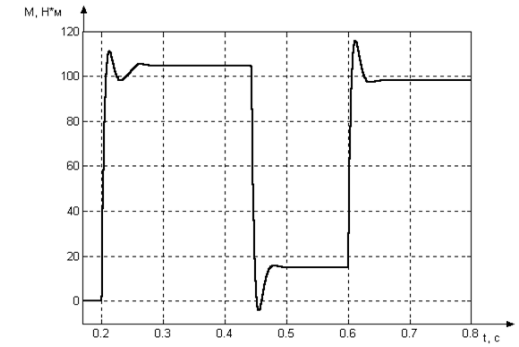
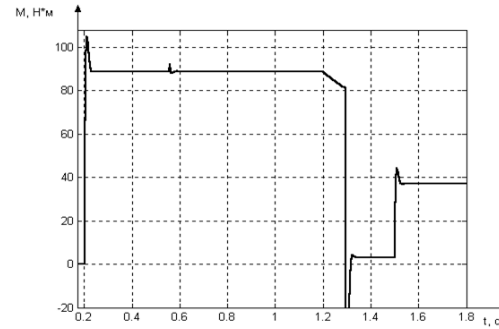
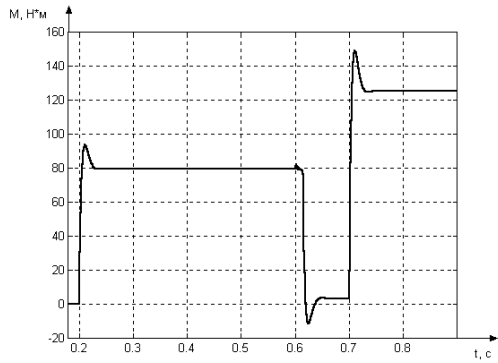
Чистове фрезерування



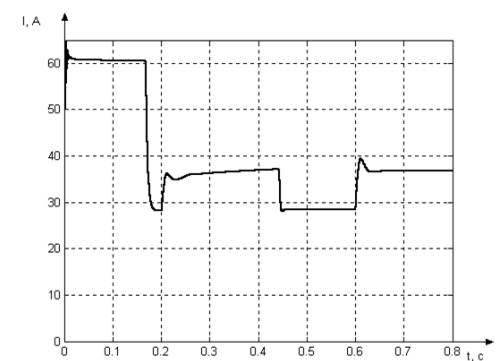
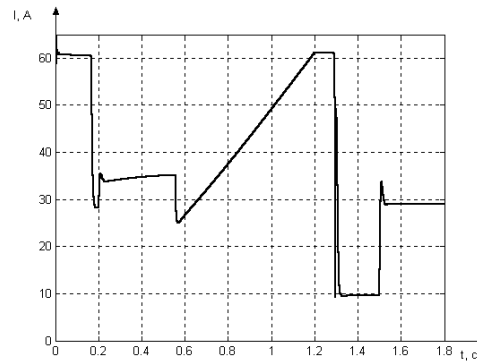
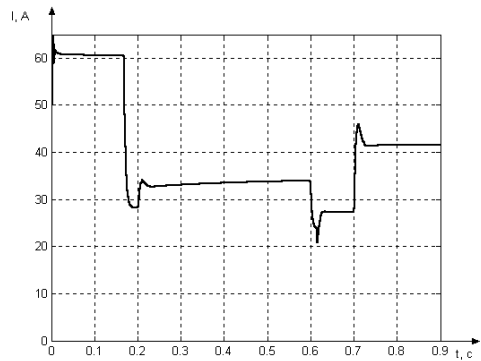
Чорнова розточка



Залежність $\omega=f(t)$

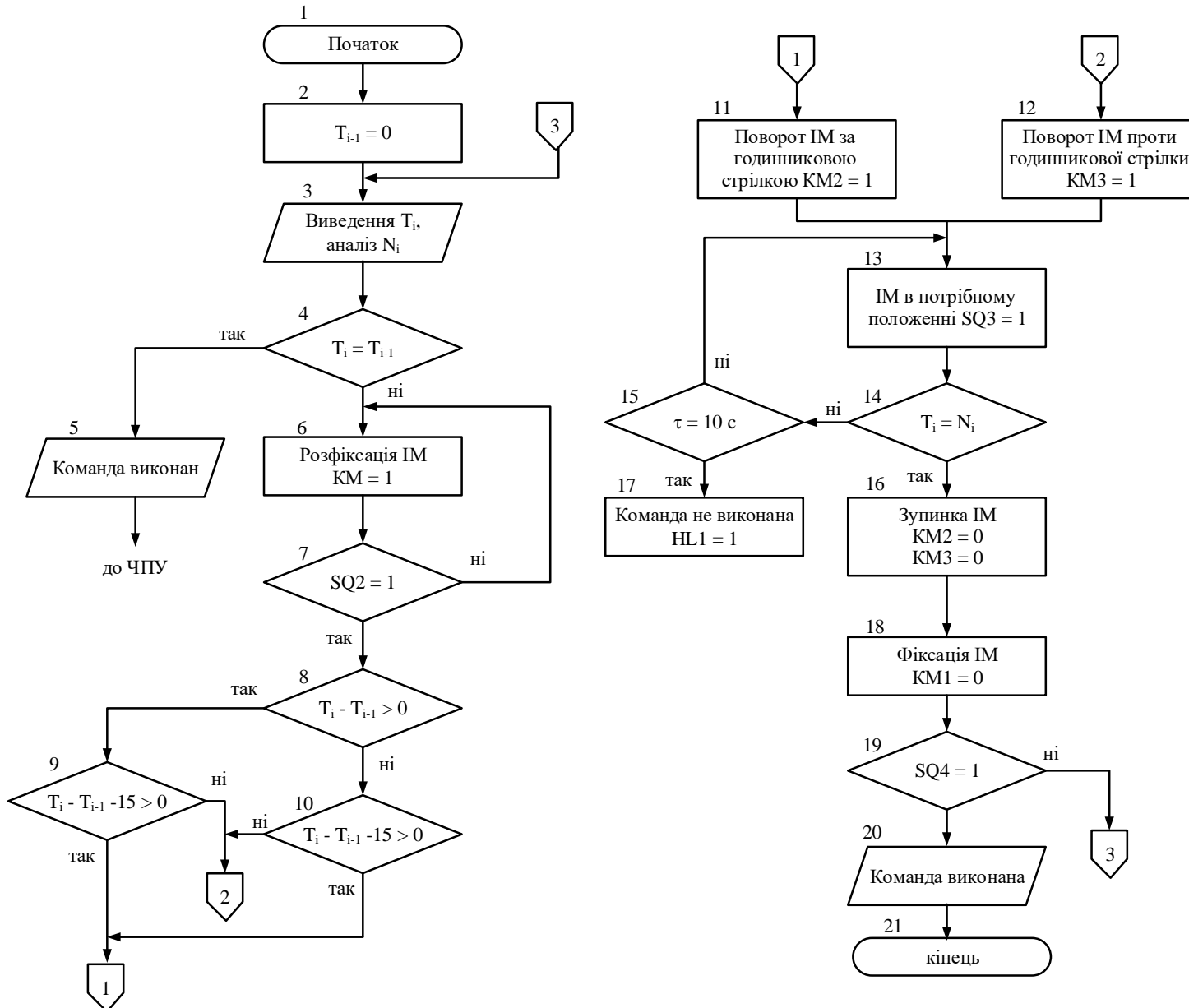


Залежність $M=f(t)$

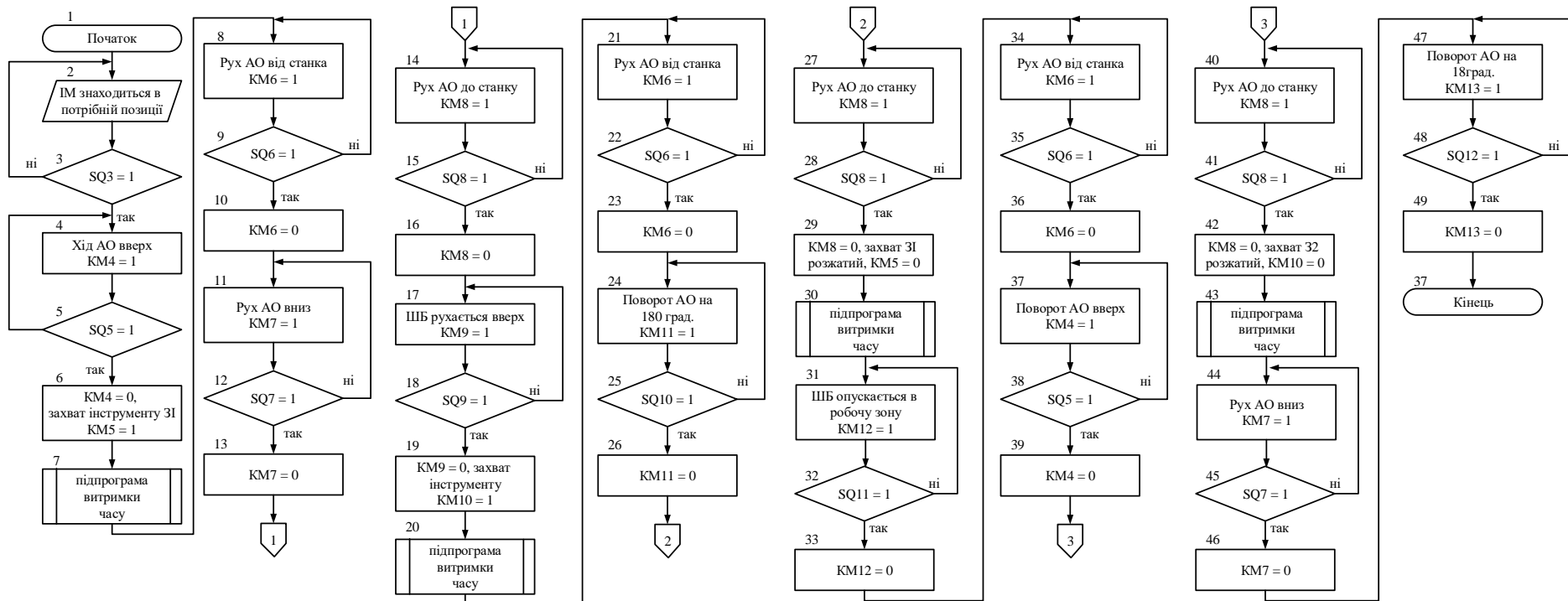


Залежність $I=f(t)$

Алгоритм роботи інструментального магазину



Алгоритм роботи автооператора



Дякую за увагу!